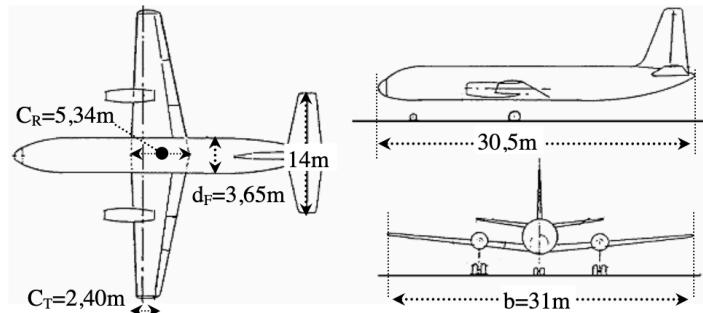


ESERCIZIO

Si consideri il velivolo in figura con le seguenti caratteristiche:



Grandezza	Simbolo	Valore (SI)	Valore (UI)
Peso	W	400.000 N	89.928 lb
Superficie alare	S	120 m ²	1.292 ft ²
Velocità crociera	V _C	600 km/h	323,8 kn
Velocità di massima intensità di raffica	V _B	370 km/h	199,7 kn
Velocità massima *	V _D	1,25 V _C = 750 km/h	404,7 kn
Incidenze di stallo	α_s	$\alpha_s = \pm 0,244 \text{ rad } (\alpha = \pm 14^\circ)$	
Incidenza di portanza nulla	α_0	$\alpha_0 = -0,017 \text{ rad } (\alpha = -1^\circ)$	
Allungamento	λ	8	
Gradiente di portanza ala	k'	$k' = \frac{5,7}{1 + 2,4/\lambda} \text{ rad}^{-1}$	
Gradiente di portanza velivolo	k	$1,15k'$	
Coeff. di portanza	C _L	$k(\alpha - \alpha_0)$	

Si costruisce, assumendo come punto pelle del velivolo del mare:

- 1) si disegnino V-n di manovra augusto se si flette di carico massimo positivo $n_1 = 2,5$ e pelle massimo negativo $n_2 = -1$
- 2) si disegnino V-n di raffice assumendo come fattore di ottimizzazione $K = 0,76$. Se con U indichiamo le velocità egale di raffice, è: $U = 20,1 \text{ m/s}$ per $V_e = V_{eB}$; $U = 15,2 \text{ m/s}$ per $V_e = V_{eC}$; $U = 7,6 \text{ m/s}$ per $V_e = V_{eD}$.

Quindi, svolgendo:

- U := velocità equivalente di raffice
- V_e := velocità effettiva del velivolo

$U [\text{m/s}]$	$V_e [\text{km/h}]$
20,1	370 km/h
15,2	600 km/h
7,6	750 km/h

(*) Si osservi che la V_e è finita pari al 25% delle velocità di crociera.

SOLUZIONE:

1- **DICAGLIARE LA VEL. DI RANOURA.**

Il primo tratto del disegnato (O,A) è definito dalla velocità minima di vela che, se vela rettilinea uniforme, si ha quando la portante taglia il fiume:

$$L = W \rightarrow W = \frac{1}{2} \rho V_s^2 S C_{max} \quad (1)$$

da cui:

$$V_s^2 = \frac{2 W / S}{\rho C_{max}} \quad (2)$$

In nessuna iunorface delle forze d'inerzia, tranne il fiume apparente dell'avela diretta in W :

$$L = m W \rightarrow \frac{1}{2} \rho V_u^2 S C_{max} = m W \quad \text{ovvero, per la (1):}$$

$$\frac{1}{2} \rho V_u^2 S C_{max} = m \left(\frac{1}{2} \rho V_s^2 S C_{max} \right)$$

e quindi:

$$V_u^2 = m V_s^2 \rightarrow m = \frac{V_u^2}{V_s^2} \quad (3)$$

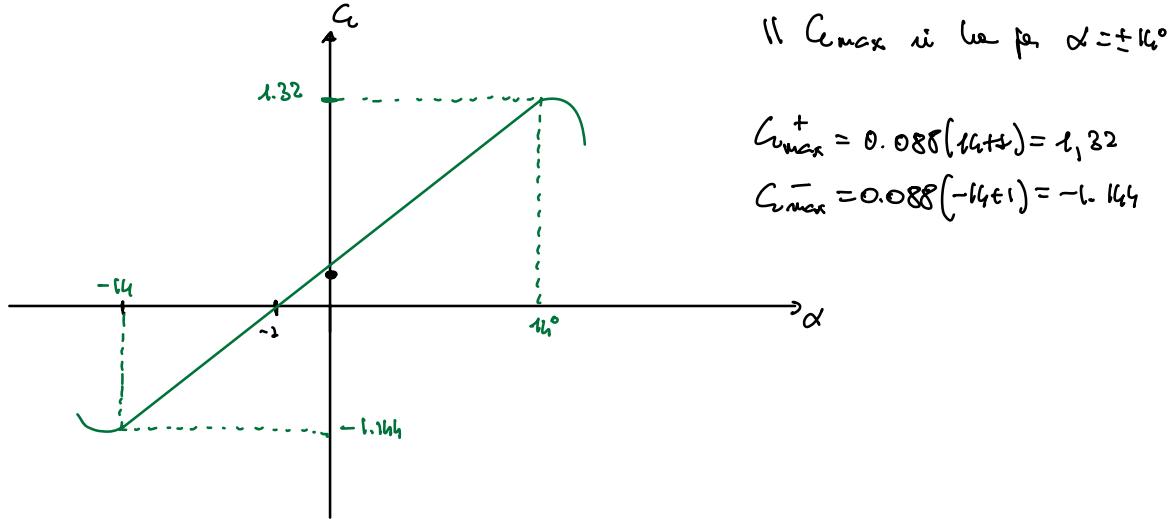
Ovvero, usando la (2):

$$m = \frac{V_u^2}{V_s^2} = \frac{\rho V_u^2}{2} \frac{C_{max}}{W / S} = \frac{\rho V_u^2}{2} \frac{C_{max}}{W / S} \quad (4)$$

In cui compare la densità dell'aria al livello del mare.

Il coefficiente di portante è l'etico all'infuso di attacco della vela:

$$\begin{aligned} C(\alpha) &= K (\alpha - \alpha_0) = 1.15 \cdot 10^3 (\alpha - \alpha_0) = \frac{1.15 \cdot 5.7}{1 + 2.4/\lambda} (\alpha - \alpha_0) = \\ &= 5.062 (\alpha - \alpha_0) \quad \text{con } \alpha \text{ e } \alpha_0 \text{ espressi in radienti.} \\ &= 0.088 (\alpha - \alpha_0) \quad \text{con } \alpha \text{ e } \alpha_0 \text{ espressi in gradi.} \end{aligned}$$



Il C_{\max} si ha per $\alpha = \pm 14^\circ$

$$C_{\max}^+ = 0.088(14+1) = 1.32$$

$$C_{\max}^- = 0.088(-14+1) = -1.14$$

Dalle (4), poiché:

$$\frac{W}{S} = \frac{600000}{120} = 3333,3 \text{ N/m}^2 ; \quad \rho_0 = 1.225 \text{ kg m}^{-3}$$

si ha:

$$u^+ = \frac{\rho_0 C_{\max}^+}{2W/S} \left(\frac{V_{\infty}}{3,6} \right)^2 = \frac{1.225 \cdot 1.32 V_{\infty}^2}{6.666,67 (3,6)^2} \approx \frac{V_{\infty}^2}{53430} \quad (5)$$

$$u^- = \frac{\rho_0 C_{\max}^-}{2W/S} \left(\frac{V_{\infty}}{3,6} \right)^2 = \frac{1.225 \cdot (-1.14)}{6.666,67 (3,6)^2} V_{\infty}^2 \approx -\frac{V_{\infty}^2}{61650} \quad (6)$$

Dalle (5) è:

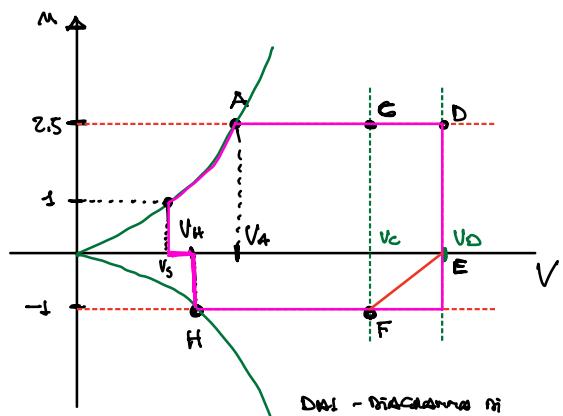
$$2,5 = \frac{V_{\infty}^2}{53430} \rightarrow$$

$$\rightarrow V_{\infty} = \sqrt{2,5 \cdot 53430} \approx 365 \text{ km/h} = V_A$$

Dalle (6) è:

$$-1 = -\frac{V_{\infty}^2}{61650} \rightarrow$$

$$V_{\infty} = \sqrt{61650} \approx 248 \text{ km/h} = V_H$$



$$\text{Nota: } V_S = \sqrt{\frac{2W/S}{\rho_0 C_{\max}^+}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3333,3}{1.225 \cdot 1.32}} \approx 64 \text{ m/s} \approx 231 \text{ km/h}$$

$$\text{a cui corrisponde un fattore di carico: } n = \frac{V_S^2}{53430} = \frac{(231)^2}{53430} \approx 1$$

In velo rovescio è:

$$V_S = \sqrt{\frac{2W/S}{\rho C_{d2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3333,3}{1.225 \cdot 1.144}} \approx 69 \text{ m/s} = 248 \text{ km/h} = V_H$$

a cui corrisponde un fattore di carico: $m = -\frac{(248)^2}{61680} = -1$

2- DIAGRAMMA DI RIFERIMENTO

Per la presenza di una raffica si ha una variazione dell'angolo di incidence

$$(7) \quad \Delta \alpha = \frac{kU}{V_e} \quad k : \text{fattore di atten. di raffice.}$$

Alla (7) corrisponde una variazione di portanza:

$$\Delta L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_{L\alpha} \Delta \alpha = \frac{1}{2} \rho V_e^2 S k \frac{kU}{V_e}$$

ovvero

$$\Delta m = \frac{\Delta L}{W} = \left[\frac{\rho k k U}{2 W/S} \right] V_e = \\ = \frac{1.225 \cdot 5.042 \cdot 0.76}{6666,67} \frac{V_e}{3,6} U \approx \frac{V_e U}{5112} \quad (8)$$

L'eq (8) rappresenta, nel piano $V-U$, una retta il cui coefficiente angolare dipende dal valore della velocità di raffica U :

$$\bullet \text{ Per } V_e = 370 \text{ km/h} \rightarrow U = 20,1 \text{ m/s e } m^+ = 1 + \frac{370 \cdot 20,1}{5112} \approx 2,45$$

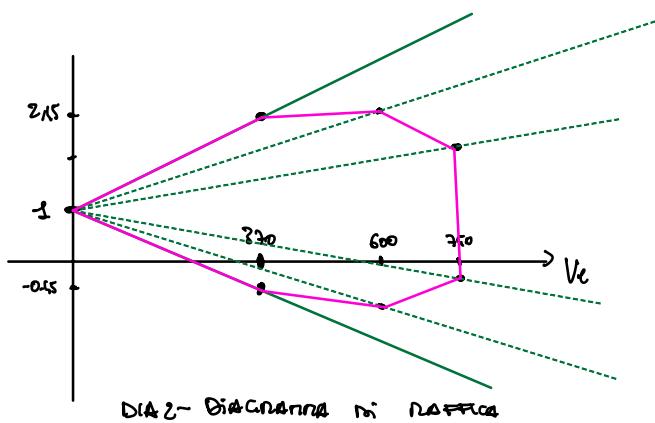
$$m^- = 1 - \frac{370 \cdot 20,1}{5112} = -0,455$$

$$\bullet \text{ Per } V_e = 600 \text{ km/h} \rightarrow U = 15,2 \text{ m/s e } m^+ = 1 + \frac{600 \cdot 15,2}{5112} \approx 2,78$$

$$m^- = 1 - \frac{600 \cdot 15,2}{5112} = -0,78$$

• Per $V_e = 780 \text{ km/h} \rightarrow T = 7.6 \text{ m/s} \quad e \quad u^+ = 1 + \frac{780 \cdot 7.6}{5112} = 2.115$

$$u^- = 1 - \frac{780 \cdot 7.6}{5112} = -0.115$$



Dalle sovraposizioni dei diagrammi DIA 1 e DIA 2 si ottiene il diagramma di sviluppo.